



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 62232171 A

(43) Date of publication of application: 12.10.87

(51) Int. Cl.

H01L 29/84
G01P 15/12

(21) Application number: 61074164

(22) Date of filing: 02.04.86

(71) Applicant: NISSAN MOTOR CO LTD

(72) Inventor: NOJIRI HIDETOMO

(54) SEMICONDUCTOR ACCELERATION SENSOR

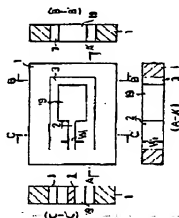
(57) Abstract:

PURPOSE: To set the width of a cantilever in the vicinity of a supporting part, which gives large effects on the characteristics of a semiconductor acceleration sensor in correspondence with a mask shape in etching, by making the width of the cantilever in the vicinity of the supporting part, which is formed in a semiconductor substrate, smaller than the thickness of the semiconductor substrate.

CONSTITUTION: A groove 3, which penetrates a semiconductor substrate from its upper surface to lower surface, is provided in the Si semiconductor substrate 1 with this groove 3, a cantilever 2, which is separated from the outer semiconductor substrate, is formed at a part other than the vicinity of a supporting part. The width W_1 of the cantilever 2 in the vicinity of the supporting part, i.e., the size of the cantilever in the horizontal direction with respect to the plane of the Si semiconductor substrate 1, is set so that W_1 is smaller than the size W_2 of the Si semiconductor substrate 1 in the thickness direction. Therefore, the cantilever 2 is not displaced by acceleration in the direction orthogonal to the plane of the Si semiconductor substrate 1, but displaced by acceleration

in the direction horizontal to the plane. By providing a means for detecting the displacement, the acceleration in the direction horizontal to the plane of the Si semiconductor substrate can be detected.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio



① 日本国特許庁(J.P.)

② 特許出願公開

③ 公開特許公報(A)

昭62-232171

④ Int. Cl.

識別記号

片内整理番号

特許公開 昭和62年(1987)10月12日

H 01 L 29/84
G 01 P 15/12A-6819-5F
8203-2F

審査請求 不請求 発明の致 1 (全7頁)

⑤ 発明の名称 半導体加速度センサ

⑥ 特 願 昭61-74164

⑦ 出 願 昭61(1986)4月2日

発 明 者 野 原 英 智 横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
 出 願 人 日 産 自 動 車 株 式 有 限 公 司 横浜市神奈川区宝町2番地
 代 理 人 弁 理 士 中 村 純 之 助

要 旨

1. 発明の名称 半導体加速度センサ
2. 特許請求の範囲

半導体基板内に設けられた片持梁の変位を検出することによって加えられる加速度を検出する半導体加速度センサにおいて、半導体基板内に、該半導体基板の上面から下面まで貫通する溝によって支持部を隔てて外部と仕切られた片持梁を形成し、溝、トランジスタの支持部付近の端すなわち半導体基板の面に水平な方向の寸法を、半導体基板の面に垂直な方向の寸法より小さな値にすることにより、上記半導体基板の面に水平な方向の加速度によって変位する片持梁を形成したことを特徴とする半導体加速度センサ。

3. 発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、片持梁構造を有する半導体加速度センサに関するものである。

(従来の技術)

従来の半導体加速度センサとしては、例えば、アイーイーイー トランザクションズ オン エレクトロン デバイセス (IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Vol. 28, No. 12, DEC 1979, p. 911) に記載されているものがあつた。

図1図は、上記の半導体加速度センサを示す図であり、(A)は断面図、(B)は平面図である。

第1図の図は、S1半導体基板31を上と下方向からエッチングすることによって図35の部分を除き、この溝33によって外部と仕切られた片持梁32を形成したものである。

なお、片持梁32の発端部には、重り部36が設けられており、また、片持梁32の支持部付近の端す(半導体基板の面に垂直な方向の寸法)は、やはりエッチングによって他の端すより小さくするように形成され、これによって半導体基板の面(面に垂直な方向)の加速度に応じて変位するようになった。

また、上記の面に垂直な方向の加速度による片持梁32の変位を検出するために、片持梁32の支持

特開昭62-202171(2)

部付取に抵抗低抵抗33が取付けられており、加速度の印加による片持梁の歪位を抵抗低抵抗33のピエゾ抵抗物によって検出するように構成されている。

また、加速の衝撃によって片持梁32が折損するのを防止するため、51半導体基板31の両面をグラスカバー34によって保護している。

次に、図7図は、上記図6図のごとき従来の半導体加速度センサの製造工程を示す図である。

まず、(A)において、(100)結晶面を表面とするA型の51半導体基板31の両面に熱酸化法を用いて厚さ約1.5 μ mの酸化シリコン膜37を形成し、フォトリソエッチングと熱処理工程を2回行うことによって型抵抗低抵抗38と、両面抵抗低抵抗39とを形成する。

次に、(B)において、フォトリソエッチングと真鍮腐蝕法によって抵抗低抵抗40を形成し、さらに化学機械研磨法によってリンガラス膜41を形成する。

次に、(C)において、表面の所定領域の酸化シリコン膜37を除去し、これをマスクとしてKOH溶液による結晶面選択エッチング法によ

って、目標とする片持梁の厚さの約2倍の厚さになるまで51半導体基板31をエッチングする。

次に、(D)において、表面の所定部分のリンガラス膜41と、酸化シリコン膜37とをエッチングによって除去し、これをマスクとしてKOH溶液を用いて51半導体基板31の両面からエッチングを行ない、図8の部分を除き除去することによって片持梁32を形成する。

このとき、片持梁32の支持部付近の厚さもエッチングされて薄くなり、所望の厚さになる。

また、エッチングによって所定部分のリンガラス膜41を除去し、コンタクト孔を形成する。

最後に51半導体基板31の両面に、図示しないグラスカバーを取付けることにより、前述第6図のごとき半導体加速度センサが完成する。

(発明が解決しようとする課題点)

上記のごとき従来の半導体加速度センサにおいては、半導体基板の上下両方向からエッチングすることによって形成される片持梁の支持部付近の厚みを均一にするためには、エッチング時の制御

精度及び検体状態等のエッチング環境条件を一定に維持する必要があるが、半導体基板面下の全下の面において、上記の検体厚を均一に維持することは極めて困難であるため、十分なエッチング精度を確保することが難しい。

そのため、均一な特性の半導体加速度センサを製造することが困難であるという問題があった。

また、従来の半導体加速度センサにおいては、半導体基板の面に垂直な方向に位置する片持梁しか形成することが出来なため、例えば、前後左右の2方向、すなわち、斜位に傾いた2方向の加速度を検出したい場合には、図8図に示すごとく、取付け部材42を取付、2個の半導体加速度センサ43と45とをその片持梁の可動方向が互いに垂直ななすように配置して測定する必要があったため、構造及び実装方法が複雑となり、かつ大型化するという問題点があった。

さらに、従来の半導体加速度センサにおいては、片持梁構造を形成した後の半導体基板製造プロセスあるいはグラスカバーを取付けるまでの間に

て露露プロセス中に発生する機械加速度によって片持梁が折損するところがあるため、製造歩留が著しく低下するという問題があった。

本発明は、上記のごとき従来の課題の問題を解決するためになされたものであり、特性が均一で製造歩留がよく、しかも所定方向の加速度を検出する構造を容易に実現することの出来る半導体加速度センサを提供することを目的とするものである。

(問題を解決するための手段)

上記の目的を達成するため、本発明においては、半導体基板内に半導体基板の上面から下面まで貫通する溝によって支持部を除いて外部と仕切られた片持梁を形成し、かつ、上記片持梁の支持部付近の層(半導体基板の面に水平な方向の寸法)を、溝の(面に垂直な方向の寸法)より小さくすることにより、半導体基板の面と水平な方向の加速度によって変位する片持梁を振動するように構成している。

(作用)

上記のように本発明の半導体加速度センサにお

特開2002-232171(3)

いては、従来の半導体加速度センサの支持部付近の厚さ(半導体基盤の面に垂直な方向の寸法)に相当するものが片持梁の支持部付近の幅、すなわち、半導体基盤の面に水平な方向の寸法となるため、エッチングの際のマスクの形状によってどの寸法を精度に制御することが出来る。

例えば、一つの方法としては、CBRF等をエッチングガスとする反応性イオンエッチング法などのようにS1半導体基盤の裏面方向に対して傾いた方向を示すエッチング法を用いることにより、片持梁の支持部付近の幅をマスクの寸法に正確に一致させることが出来る。また、他の方法としては、(110)面を有するS1半導体基盤に結晶面選択エッチング法を用いて片持梁を形成することにより、(110)面と(111)面との結晶面選択性で決まる高い精度で片持梁の支持部付近の幅を協定することが出来る。

したがって、同一な特性の半導体加速度センサを量産することが可能になる。

また、本発明の半導体加速度センサにおいては、

第1図及び第2図において、S1半導体基盤1には、エッチングによって半導体基盤の上面から下面まで貫通する溝3が設けられており、この溝3によって支持部付近を除いて外部の半導体基盤と仕切られた片持梁2が形成されている。

なお、片持梁2の支持部付近における幅、すなわちS1半導体基盤1の面と水平方向における幅の寸法は、S1半導体基盤1の厚さ方向の寸法より小さくなるように設定されている。

そのため、片持梁2は、S1半導体基盤1の面に垂直な方向の加速度に対して変位せず、面と水平な方向の加速度に対して変位する。

したがって、上記の変位を検出する手段(静電検出)を設けることにより、S1半導体基盤1の面に水平な方向の加速度を検出することが出来る。

なお、18は片持梁の裏面である。

次に、第3図に示すように、本発明の半導体加速度センサの製造工程を説明する。

なお、第3図は、製造工程中における半導体加速度センサの断面図、及び背面の平面図を示す。

半導体基盤の面と水平な方向の加速度に感度を有するようになっているので、1つの半導体基盤内に複数の半導体加速度センサをそれぞれ異なる方向の加速度に感度を有するように形成することにより、相互に垂直方向の加速度に感度を有するものや、あるいは更に垂直方向の加速度に感度を有する半導体加速度センサを1つの半導体基盤に共通に形成することが可能となる。

次に、本発明の半導体加速度センサにおいては、片持梁の変位方向が半導体基盤の面と水平な方向であるため、片持梁の変位方向の両面が半導体基盤によって覆われる構造となっている。そのため片持梁が形成されると同時に片持梁の保護膜も形成されることになるので、片持梁形成後の製造プロセス及び組立て工程プロセス中に加わる衝撃加速度によって片持梁が折損するおそれもなくなる。

【実施例】

第1図は本発明の斜視図、第2図は平面図及び断面図である。

まず、(A)において、n型のS1半導体基盤1上に熱酸化法によって厚さ約100nmの酸化シリコン膜5を形成し、フォトリソエッチングによって所定の領域5aの無酸化シリコン膜5を除去する。

次に、(B)において、例えばCBRFをエッチングガスとする反応性イオンエッチング法により、上記の酸化シリコン膜5をマスクとしてS1半導体基盤1を上面から下面に通するまで除去し、溝3を形成する。

ついで、フォトリソエッチングと干渉膜形成法により、p型不純物拡散層12及びチャネル14を形成する。

次に、(C)において、フォトリソエッチングと熱酸化法によってゲート酸化膜15を形成し、さらに蒸着法によって抵抗膜16を形成し、また、例えば酸化シリコン形成法によってリンガラス膜17を形成する。

次に、(D)において、フォトリソエッチングによってリンガラス膜17に片持梁のパターンを形成し、それをマスクとして、例えばCBRFをエッチン

特開昭62-232171(4)

ガスとする反応性イオンエッチング法により、

5. 半導体基板1を上面から下面に到達するまで露出し、片持梁2を形成する。

最後にフォトリソエッチングによって外部配線用コンダクト孔18を形成することにより、図1第1図のごとき半導体加速電極19が完成する。

なお、第3図(D)に示すごとく、片持梁の張り部19の両側面及びそれと対向する部分にはp型拡散層17が設けられている。

このp型拡散層17の張り部19の側に設けられている部分が整流電極20となり、また、それに対向する面に設けられている部分が基板電極21となる。そして、この整流電極20と基板電極21との間に形成される静電容量の変化を検出することにより、片持梁2の変位を検出することが出来る。

次に、第4図は上記の片持梁2の変位を検出する方法を説明する図である。

第4図において、片持梁の張り部19の質量をM、片持梁2の長さ(半導体基板の面に垂直な方向の寸法)をL、片持梁2の支持部付近の幅(半導体

基板の面に水平な方向の寸法)をb、片持梁の長さ(支持部から張り部19の重心までの長さ)をL、ヤング係数をEとし、また、張り部19の両面に設けた整流電極20とそれに対向する面に設けた基板電極21との間隔をd、電力の加速度をaとすれば、整流電極20と基板電極21との間の静電容量Cにおける1a割りの膨化率ΔC/Cは下記(1)式で与えられる。

$$\frac{\Delta C}{C} \sim \frac{5 \pi M L^3}{4 d E b^3 L^3} \quad (1)$$

上記の(1)式において、例えば、張りの質量 $M = 2.45 \times 10^{-11}$ g、片持梁の長さ $L = 500 \mu\text{m}$ 、片持梁の支持部付近の幅 $b = 5 \mu\text{m}$ 、片持梁の密度 $\rho = 1000 \mu\text{m}$ 、基板幅の間隔 $d = 10 \mu\text{m}$ とすれば、ヤング係数 $E = 1.7 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2$ 、電力の加速度 $a = 200 \text{ cm/sec}^2$ であるから、静電容量Cにおける1a割りの膨化率は $\Delta C/C = 0.0028$ となる。

上記の膨化率化を例えば、図1第1図及び第3図で示したようなキャパシタMのストロンジスタで構成される検出回路によって電気信号に変換す

ることにより、片持梁2に加えられる加速度を電気信号として検出することが出来る。

次に、第5図は、本発明の他の実施例である。

第5図の実施例においては、1つの半導体基板22に2つの片持梁23及び24を形成した例を示す。

この2つの片持梁23及び24は、奥の可動方向が相互に逆方向となるように配置してある。

したがって、順次に変化する2方向の加速度を検出することが出来る。

なお、本発明においては、エッチング時のマスクパターンに応じて片持梁の可動方向を設定することが出来るから、種々の方向の加速度を検出する加速体センサを1つの半導体基板上に複数個容易に形成することが可能となる。

また、前述の実施例においては、反応性エッチング法を用いた場合について説明したが、エッチングのマスクパターンを適宜選択することにより、(100)結晶面を露出とするような半導体基板を用いた結晶面選択エッチング法を用いることも出

来る。

【発明の効果】

以上説明したごとく、本発明においては、半導体基板に形成する片持梁の支持部付近の幅を半導体基板の厚さより小さくすることにより、半導体基板の側と水平な方向の加速度によって変位する片持梁を形成するように構成しているので、半導体加速度センサの特性に大きな影響を及ぼす支持部付近の幅をエッチングにむけるマスク形状に応じて簡単に設定することが出来る。

例えば、反応性イオンエッチング法を用いるか、あるいは(110)面を露出とするSi半導体基板に結晶面選択エッチング法を用いて、溝を形成することにより、エッチングの露出面あるいは結晶面選択性で決まる高い精度で片持梁の支持部付近の幅を設定することが出来る。

そのため、均一な特性の半導体加速度センサを容易に形成することが可能となる。

また、本発明においては、複数の片持梁をそれぞれ変位方向が異なる方向になるように1つの半

特開昭62-232171(5)

導体層上に形成することが出来るので、例えば、
 ① 相違に導成した方向の加速度を分離して検出する
 ことの出来る装置を容易に構成することが出来る。

また、片持梁の配分方向の断面が半導体基板上に
 開かれる構造となっているため、片持梁の形成と
 同時に保護層も形成されることになり、片持梁
 形成以後の製造プロセス及び組立て実装プロセス
 中に加わる衝撃加速度によって片持梁が折損する
 のを防止することが出来る。等の多くの優れた効
 果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

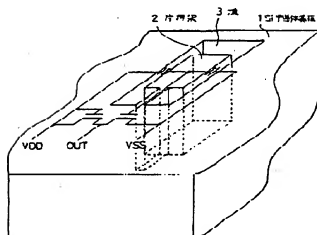
第1図は本発明の一実施例の斜視図、第2図は
 本発明の一実施例の平面図及び断面図、第3図は
 本発明の一実施例の製造工程図、第4図は本発明
 における片持梁の位置を検出する方法の説明図、
 第5図は本発明の他の実施例図、第6図は従来の装
 置の一例の断面図及び平面図、第7図は従来の装
 置の断面図、第8図は従来の装置の他の一例図で
 ある。

〈符号の説明〉

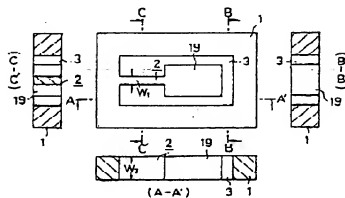
- 1…Si半導体基板 2…片持梁
 3…溝 19…片持梁の通り部

代理人弁護士 中村 隆之助

第 1 図

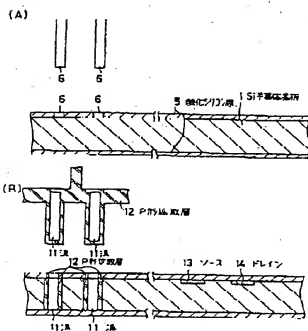


第 2 図

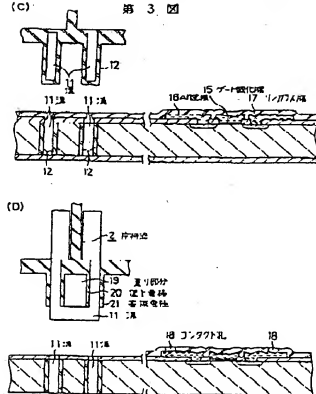


- 1…Si半導体基板
 2…片持梁
 3…溝
 19…片持梁の通り部

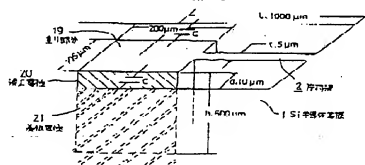
第 3 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

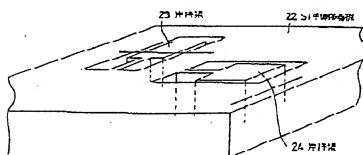


図 6

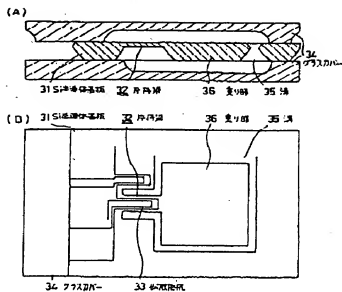


図 8

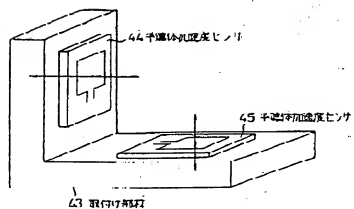


図 7

